

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Juli 2005 (21.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/066565 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F28D 1/053, F28F 9/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/013830

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Dezember 2004 (06.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 001 786.7 12. Januar 2004 (12.01.2004) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): BEHR GMBH & CO. KG [DE/DE]; Mauserstrasse
3, 70469 Stuttgart (DE).

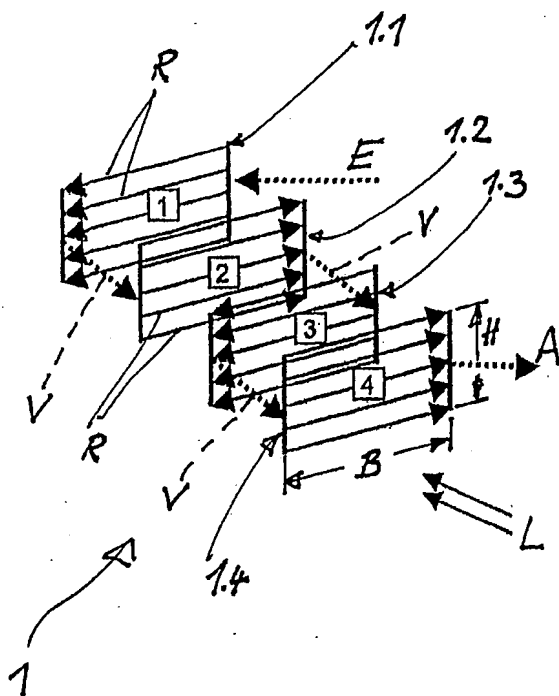
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MOLT, Kurt [DE/DE];
Ruländerweg 23, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).
WÖLK, Gerrit [DE/DE]; Olgastrasse 126, 70180
Stuttgart (DE).(74) Gemeinsamer Vertreter: BEHR GMBH & CO. KG; In-
tellectual Property, G-IP, Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart
(DE).(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEAT EXCHANGER, IN PARTICULAR FOR AN OVER CRITICAL COOLING CIRCUIT

(54) Bezeichnung: WÄRMEÜBERTRAGER, INSBESONDERE FÜR ÜBERKRITISCHEN KÄLTEKREISLAUF

(57) Abstract: The invention relates to a heat exchanger (1),
in particular for an over critical cooling circuit. Said heat ex-
changer comprises a block consisting of tubes (R) and ribs.
A gaseous medium, in particular air, can flow over said ribs.
A second medium, in particular a coolant, can flow through
the tubes (R), which are arranged in at least four rows (1.1,
1.2, 1.3, 1.4), in particular in a cross-counter flow in relation
to the gaseous medium.(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wär-
meübertrager (1), insbesondere für einen überkritischen Käl-
tekreislauf, mit einem aus Rohren (R) und Rippen bestehen-
den Block, wobei die Rippen von einem gasförmigen Me-
dium, insbesondere Luft überströmbar und die in mindestens
vier Reihen (1.1, 1.2, 1.3, 1.4) angeordneten Rohre (R) ins-
besondere im Kreuzgegenstrom zum gasförmigen Medium
von einem zweiten Medium, insbesondere einem Kältemit-
tel durchströmbar sind.



PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

BEHR GmbH & Co. KG
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

10 **Wärmeübertrager, insbesondere für überkritischen Kältekreislauf**

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere für einen überkritischen Kältekreislauf nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

15 Wärmeübertrager für überkritische Kältekreisläufe erfordern eine druckfeste Bauweise für Rohre und Sammelbehälter, da der Kälteprozess bei hohen Drücken, bis zu etwa 120 bar abläuft. Derartige Wärmeübertrager wurden durch die DE-A 199 06 289, die DE-A 100 07 159 sowie die WO 98/51983 A
20 bekannt. Diese bekannten Wärmeübertrager werden teilweise in einem mit CO₂ (R 744) betriebenen überkritischen Kältekreislauf als Gaskühler eingesetzt; sie sind im Wesentlichen durch eine einreihige Bauweise mit zwei Sammelrohren gekennzeichnet, d. h. eine Reihe von Flachrohren, die als extrudierte Mehrkammerrohre ausgebildet und mit ihren Enden in den Sammelrohren befestigt und abdichtet sind, beispielsweise durch Löten. Das
25 Kältemittel durchströmt den Gaskühler dabei – wie in der DE-A 100 07 159 gezeigt – serpentinenförmig, d. h. mehrflutig, dabei wird das Kältemittel in einer Ebene, senkrecht zur Luftströmungsrichtung, umgelenkt, d. h. in der Höhe oder in der Breite des Gaskühlers.

30 Durch die EP-B 414 433 wurde ein Kältemittelkondensator bekannt, bei welchem zwei einreihige Wärmeübertrager in Luftströmungsrichtung hintereinander angeordnet und kältemittelseitig hintereinander geschaltet sind (so genannter Duplex-Wärmeübertrager). Bei dem bekannten Kondensator werden
35 das Kältemittel und Luft im Kreuzgegenstrom zueinander geführt, d. h. das

- 2 -

Kältemittel tritt in den leeseitigen Wärmeübertrager (Rohrreihe) ein und verlässt den Kondensator über den luvseitigen Wärmeübertrager (Rohrreihe). Jede Rohrreihe eines Wärmeübertragers ist dabei in Rohrgruppen oder Rohrsegmente unterteilt, sodass sich für das kondensierende Kältemittel ein abnehmender Strömungsquerschnitt ergibt. Die Rohrreihen bestehen aus extrudierten Flachrohren, zwischen denen Wellrippen angeordnet sind. Jede Rohrreihe bildet zusammen mit Sammelrohren eine Wärmetauschereinheit, welche mit der anderen Wärmetauschereinheit durch Rohrstücke kältemittelseitig verbunden ist.

Ein ähnlicher mehrreihiger Wärmeübertrager, ein Verflüssiger für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage, wurde durch die EP-B 401 752 bekannt. Auch hier werden Kältemittel, d. h. ein konventionelles Kältemittel wie R 134a im Kreuzgegenstrom mit Umgebungsluft geführt, wobei generell vier Rohrreihen luftseitig hintereinander angeordnet sind. Dabei handelt es sich um Rundrohre mit Flachrippen, d. h. um einen mechanisch gefügten Wärmeübertragerblock.

Bei Kraftfahrzeug-Klimaanlagen wird der Kondensator im Motorraum des Kraftfahrzeuges vor dem Kühlmittel/Luftkühler angeordnet. Die aus dem Kondensator austretende erwärmte Luft durchströmt anschließend den Kühlmittel/Luftkühler. Eine derartige Anordnung ist auch für Gaskühler für CO₂-Klimaanlagen der eingangs genannten Art vorgesehen – daher die einreihige Bauweise mit relativ großer Stirnfläche, welche an den dahinter liegenden Kühlmittel/Luftkühler angepasst ist. Diese Bauweise und Anordnung hat verschiedene Nachteile: einerseits behindert die Anordnung eines Gaskühlers vor dem Kühlmittelkühler die Leistungsfähigkeit des Kühlmittelkühlers, zum einen aufgrund des zusätzlichen druckseitigen Druckabfalls durch den Gaskühler und zum anderen aufgrund der Luftaufwärmung, verursacht durch die Wärmeabgabe vom Gaskühler an die durchströmende Luft. Andererseits erhält der vor dem Kühlmittelkühler angeordnete Gaskühler in bestimmten Fahrbetriebspunkten nur bestimmte Luftmengen in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit bzw. von der Lüfterleistung. Die Klimatisierung des Kraftfahrzeuges ist also extrem abhängig vom Fahrzustand des Fahrzeuges. Ein der Erfindung zugrunde liegendes Problem besteht also darin,

einen Wärmeübertrager, insbesondere für einen überkritischen Kältekreislauf zu schaffen, welcher die vorgenannten Nachteile vermeidet.

5 In dem Aufsatz „Design Strategies for R744 Gas Coolers“ von J. M. Yin, C.W. Bullard an P. S. Hrnjak (veröffentlicht in IIF-IIR Commission B1, B2, Purdue University USA-2000) werden zwei Konfigurationen von Gaskühlern gegenüber gestellt und verglichen, nämlich der so genannte multi-pass heat exchanger, der einreihige, mehrflutig durchströmte Wärmeübertrager, und der mehrreihige Gegenstromwärmeübertrager, wobei hierbei drei kältemittel-
10 seitig hintereinander geschaltete Rohrreihen vorgesehen sind. Da das Kältemittel CO₂ (R 744) im überkritischen Zustand, d. h. einphasig in den Gaskühler eintritt, weist es einen relativ hohen Temperaturgradienten auf, im Gegensatz zu einem herkömmlichen Kältemittel (R134a), welches bei konstanter Temperatur kondensiert. Dieser Temperaturgradient kann wirksam in
15 einem dreireihigen Gegenstromwärmeübertrager abgebaut werden, weshalb die Verfasser dieser Lösung den Vorzug geben. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen die Verfasser J. Peterson, A. Hafner, und G. Skaugen in ihrem Aufsatz „Development of compact heat exchangers für CO₂ air-conditioning systems“ (veröffentlicht in Int. J. Refrig. Vol. 21, No. 3 pp. 180 – 193, 1998).
20 Auch hier wird der Gegenstromwärmeübertrager (counter flow heat exchanger) mit verringerter Stirnfläche und erhöhter Tiefe in Luftströmungsrichtung als vorteilhafter Gaskühler beschrieben.

25 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art zu konzipieren, der den Bedingungen eines superkritischen Kältekreislaufes hinsichtlich Druck und Temperaturgradient Rechnung trägt und einen möglichst hohen Wirkungsgrad (COP, d. h. Coefficient of Performance) aufweist. Darüber hinaus soll dieser Wärmeübertrager hinsichtlich seiner Abmessungen so beschaffen sein, dass er im Motorraum
30 eines Kraftfahrzeuges einfach untergebracht und hinreichend mit Kühlluft versorgt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patenanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Wärmeübertrager, der vorzugsweise
35 im Gegenstrom betrieben wird, mindestens vier Rohrreihen aufweist, die

- 4 -

- in Luftströmungsrichtung hintereinander angeordnet sind. Gegenstrom heißt hier, dass das Strömungsmedium, vorzugsweise CO₂ zunächst in die lee-seitige Rohrreihe eintritt und aus der luvseitigen Rohrreihe wieder austritt. Damit trifft die in den Wärmeübertrager eintretende Kühlluft auf ein bereits in
- 5 mindestens drei Rohrreihen ab- bzw. vorgekühltes Strömungsmedium. In diesen vier Rohrreihen, die nacheinander von dem Medium durchströmt werden, lässt sich der Temperaturgradient mit einer Temperaturdifferenz von ca. 100 Grad Celsius bei hinreichend niedrigem Druckabfall auf der Luftseite wirkungsvoll abbauen. Durch die mindestens vierreihige Ausbildung des
- 10 Wärmeübertragers lässt sich die Stirnfläche verkleinern, sodass der Wärmeübertrager kompakte Abmessungen in Richtung auf einen Würfel erhält. Damit wird der Vorteil erreicht, dass der Wärmeübertrager, insbesondere, wenn er als Gaskühler einer CO₂-Klimaanlage im Kraftfahrzeug eingesetzt wird, an beliebiger Stelle im Motorraum des Fahrzeuges untergebracht werden
- 15 kann. Eine Anordnung vor dem Kühlmittelkühler, verbunden mit den oben genannten Nachteilen, entfällt. Die Kühlung des Wärmeübertragers kann durch zusätzliche Luftkanäle und ein spezielles Gebläse erfolgen. Damit wird auch eine Unabhängigkeit von den Fahrzuständen des Kraftfahrzeuges erreicht, womit auch eine gleich bleibende Klimatisierung des Fahrzeuginnenraumes gewährleistet ist. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass
- 20 der Wirkungsgrad (COP) des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers kaum schlechter als der vergleichbare Wärmeübertrager nach dem Stand der Technik ist.
- 25 Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind mindestens fünf bzw. optimal sechs Rohrreihen hintereinander angeordnet. Damit wird der Vorteil einer weiteren Leistungssteigerung des Wärmeübertragers erreicht, ohne dass der luftseitige Druckabfall und das Gewicht zu stark ansteigen.
- 30 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Rohre als Flachrohre, vorzugsweise als extrudierte Mehrkammerrohre und die Rippen als Wellrippen ausgebildet, welche zusammen einen gelöteten, druckfesten Wärmeübertragerblock hoher Leistung ergeben.

- 5 -

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung werden alle Rohre einer Reihe parallel durchströmt, und vorzugsweise werden diese Rohrreihen nacheinander durchströmt, wobei jeweils von Rohrreihe zu Rohrreihe eine so genannte Umlenkung in der Tiefe erfolgt. Die einzelnen Rohrreihen werden
5 somit abwechselnd von oben nach unten und von unten nach oben durchströmt. Dadurch ergibt sich ein langer Weg für das Strömungsmedium in den Rohren und eine wirksame Abkühlung.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weisen die einzelnen Rohrreihen
10 Rohrssegmente oder Rohrgruppen auf, die nacheinander durchströmbar sind – das Strömungsmedium wird „in der Breite“ einer Rohrreihe umgelenkt. Dadurch erreicht man den Vorteil eines längeren Strömungsweges und einer stärkeren Abkühlung des Strömungsmediums.

15 In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung können nur einzelne oder alle Rohrreihen in Rohrsegmente aufgeteilt werden, sodass der Strömungsweg noch weiter verlängert wird. Die Anzahl der Rohre in den Rohrsegmenten entspricht ungefähr der Hälfte der Anzahl der Rohre einer Rohrreihe, sie kann aber auch abweichen, sodass sich unterschiedliche Rohrsegmente
20 ergeben. Man kann somit, z.. B. bei waagerecht angeordneten Rohren die Strömungsgeschwindigkeit im unteren oder im oberen Bereich des Blockes variieren und damit auch den Wärmeübergang.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist jede Rohrreihe eigene
25 Wellrippen auf, d. h. die Wellrippen benachbarter Rohrreihen sind thermisch entkoppelt bzw. thermisch isoliert. Damit ergibt sich eine maximale Abkühlung des Strömungsmediums.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann es jedoch auch von Vorteil
30 sein, für benachbarte Rohrreihen, beispielsweise zwei Rohrreihen eine gemeinsame, d. h. durchgehende Wellrippe vorzusehen. Dies bedeutet vor allem fertigungstechnische Vorteile.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist für alle Rohrreihen
35 eine gemeinsame durchgehende Wellrippe vorgesehen, d. h. eine thermi-

- 6 -

sche Koppelung zwischen den einzelnen Rohrreihen. Damit ergibt sich ein anderes Temperaturprofil für das Strömungsmedium.

5 In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind die Rohre benachbarter Rohrreihen fluchtend angeordnet, was z. B. für durchgehende Wellrippen Voraussetzung ist. Daraus ergibt sich ein geringerer luftseitiger Druckabfall.

10 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung können die Rohre jedoch auch versetzt zueinander angeordnet sein, was zwar einen höheren luftseitigen Druckabfall, jedoch eine höhere Leistung des Wärmeübertragers erbringt.

15 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Stirnfläche des Wärmeübertragers quadratisch oder hinsichtlich ihrer Abmessungen in Höhe und Breite einem Quadrat angenähert. Ein vorteilhaftes Verhältnis für Breite zu Höhe liegt im Bereich von 0,8 bis 1,2. Dies hat den Vorteil, dass ein Lüfter hinter oder vor der Stirnfläche für die Förderung der Kühlluft ausreichend ist, da er die Stirnfläche hinreichend überdeckt.

20 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Stirnfläche eine Fläche im Bereich von 4 bis 16 dm² auf. Damit erreicht man gegenüber den herkömmlichen Wärmeübertragern eine verringerte Stirnfläche bei gleichzeitig vergrößerter Tiefe, d. h. der Wärmeübertrager hat eine kompakte, einem Würfel angenäherte Form und kann damit an beliebigen Stellen im Motorraum angeordnet werden. Der Kühlmittelkühler dagegen wird in seiner Leistung nicht mehr durch einen vorgeschalteten Kondensator oder Gaskühler beeinträchtigt.

30 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der oben erwähnte Wärmeübertrager mit der Vielzahl seiner Weiterbildungen als Gaskühler in einem überkritischen Kältekreislauf einer mit CO₂ betriebenen Kraftfahrzeug-Klimaanlage verwendet. Damit werden alle oben genannten Vorteile erreicht.

35 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

- Fig. 1a, 1b, 1c einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager mit vier, fünf, und sechs Reihen in schematischer Darstellung,
- Fig. 2a, 2b den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager mit vier Reihen, wobei die letzten zwei bzw. drei Reihen in Rohrsegmente aufgeteilt sind,
- Fig. 3a, 3b einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager mit vier Reihen, wobei sämtliche Reihen in Rohrsegmente gleicher und ungleicher Anordnung aufgeteilt sind,
- Fig. 4 einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager mit Flachrohren und thermisch entkoppelten Wellrippen,
- Fig. 5 einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager mit vier Rohrreihen, wobei jeweils zwei benachbarte Rohrreihen eine gemeinsame Wellrippe aufweisen,
- Fig. 6 einen erfindungsgemäßen vierreihigen Wärmeübertrager mit durchgehender Wellrippe,
- Fig. 7 einen erfindungsgemäßen vierreihigen Wärmeübertrager mit versetzt angeordneten Rohren,
- Fig. 8 ein Diagramm für die Leistung des Wärmeübertragers in Abhängigkeit von der Anzahl der Rohrreihen, wobei jede Rohrreihe ein Segment aufweist,
- Fig. 9 ein Diagramm wie in Fig. 8, jedoch mit nur je zwei Segmenten pro Rohrreihe.

25

Fig. 1a, 1b und 1c zeigen in schematischer Darstellung erste Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers, der als Gaskühler für einen überkritischen Kältekreislauf konzipiert und einsetzbar ist. Insbesondere ist dieser Gaskühler für eine mit dem Kältemittel CO₂ (R744) betriebene Klimaanlage für ein Kraftfahrzeug verwendbar.

30

Fig. 1a zeigt ein vierreihiges Rohrsystem für einen Gaskühler 1, der von dem Kältemittel CO₂ durchströmt und von Umgebungsluft gekühlt wird, wobei die Luftströmungsrichtung durch Pfeile L dargestellt ist. Der Gaskühler 1 weist vier in Luftströmungsrichtung L hintereinander angeordnete Rohrreihen 1.1,

35

1.2, 1.3, 1.4 auf, die jeweils parallel zueinander verlaufende Rohre, dargestellt durch Pfeile R, aufweisen. Jede Rohrreihe 1.1 bis 1.4 weist die gleiche Anzahl von Rohren auf, die jeweils parallel durchströmt werden. Die einzelnen Rohrreihen sind kältemittelseitig hintereinander geschaltet, d. h. sie sind durch Kältemittelverbindungen, dargestellt durch punktierte Pfeile V, miteinander verbunden. Diese Verbindung V wird als Umlenkung des Kältemittels „in der Tiefe“ bezeichnet, wobei die Tiefenrichtung der Luftströmung L entgegengesetzt ist. Das Kältemittel tritt zunächst in die leeseitige Reihe 1.1 ein, dargestellt durch einen punktierten Pfeil E, wird dann nach Durchströmen der einzelnen Reihen dreimal in der Tiefe umgelenkt und verlässt den Gaskühler nach Durchströmen der luvseitigen Reihe 1.4 über den Austritt A, dargestellt durch einen punktierten Pfeil A. Dieses Strömungsmodell von Luft und Kältemittel wird als Kreuzgegenstrom bezeichnet. Das Kältemittel CO₂ tritt etwa mit einem Druck von 125 bar und einer Temperatur von ca. 130 Grad Celsius in den Gaskühler, d. h. in die Rohrreihe 1.1. ein. Die Temperatur der Luft, die durch die Rohrreihe 1.4 in den Gaskühler 1 eintritt, beträgt etwa 45 Grad. Da die CO₂-Klimaanlage im überkritischen Bereich arbeitet, erfolgt die Wärmeabfuhr nicht durch Kondensation bei konstanter Temperatur – wie dies beim Kältekreislauf mit R134a der Fall ist – sondern bei fallender Temperatur, d. h. einem Temperaturgradienten von 130 Grad Celsius bis etwa 50 Grad Celsius. Diese Temperaturdifferenz von 80 Grad Celsius wird sukzessive beim Durchströmen der einzelnen Rohrreihen 1.1 bis 1.4 abgebaut. Die Zahlen sind als Beispiele genannt, zum Teil ist die Temperaturdifferenz noch größer, d. h. ca. 100° Celsius. Der Gaskühler 1 weist eine so genannte berippte Stirnfläche auf, das ist die Fläche der Rohrreihe 1.4, die von Luft beaufschlagt wird und die Abmessungen B X H (Breite x Höhe) aufweist. Die Definition gilt für alle erfindungsgemäßen Gaskühler.

Fig. 1b zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, nämlich einen Gaskühler 2 mit fünf Rohrreihen 2.1, 2.2., 2.3, 2.4, 2.5, die in Luftströmungsrichtung L hintereinander angeordnet und auch kältemittelseitig hintereinander geschaltet sind. Es werden die gleichen Buchstaben für gleiche Teile wie in Fig. 1a verwendet: der Eintritt des Kältemittels erfolgt bei E, der Austritt bei A, die Verbindung der einzelnen Rohrreihen erfolgt durch eine Verbindungsleitung V. Der Gaskühler 2 unterscheidet sich somit vom Gaskühler 1

nur durch eine zusätzliche Rohrreihe, wodurch eine Leistungssteigerung des Gaskühlers 2 gegenüber dem Gaskühler 1 erreicht wird (vergleiche auch Fig. 8).

5 **Fig. 1c** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, nämlich einen Gaskühler 3 mit sechs Rohrreihen 3.1 bis 3.6. Es liegt wiederum dasselbe Strömungsmodell wie in den Fig. 1a und 1b, d. h. Kreuzgegenstrom zugrunde. Nach dem Eintritt des Kältemittels bei E erfolgt bis zum Austritt des Kältemittels bei A eine fünfmalige Umlenkung V in der Tiefe entgegen der Luftströmungsrichtung L. Die konstruktive Ausbildung der hier schematisch dargestellten Gaskühler 1, 2, 3 erfolgt mit Mitteln, die aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannt sind, also beispielsweise durch parallel geschaltete extrudierte Mehrkammerrohre, die mit ihren Rohrenden in Sammelrohren gehalten und abgedichtet sind. Die Verbindung V kann durch
10 Rohrbögen oder Umlenkammern erfolgen.
15

Die **Fig. 2a** und **Fig. 2b** zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei welchem innerhalb einer Rohrreihe eine Umlenkung in der Breite erfolgt (oder auch in der Höhe), d. h. in der Ebene der Rohrreihe.

20 **Fig. 2a** zeigt einen Gaskühler 4 in schematischer Darstellung mit vier Rohrreihen 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 mit einem Kältemiteleintritt E, einem Kältemittelaustritt A und Verbindungen V zwischen den einzelnen Rohrreihen 4.1 bis 4.4, d. h. drei Umlenkungen in der Tiefe. Die beiden zuerst vom Kältemittel durchströmten Rohrreihen 4.1, 4.2 werden parallel durchströmt, in den anschließenden Rohrreihen 4.3, 4.4 erfolgt für das Kältemittel eine Umlenkung in der Breite (bezogen auf die waagerecht dargestellten Rohre ist es eine Umlenkung in der Höhe). Die Rohrreihe 4.3 ist in zwei Rohrsegmente (Rohrgruppen) 3a, 3b, jeweils dargestellt durch drei bzw. zwei Pfeile entgegengesetzter Richtung, aufgeteilt, die Rohrreihe 4.4 ist in zwei Rohrsegmente 4a, 4b aufgeteilt. Die Umlenkung vom Rohrsegment 3a zum Rohrsegment 3b ist durch einen Pfeil U und die Umlenkung vom Rohrsegment 4a zum Rohrsegment 4b durch einen weiteren Pfeil U dargestellt. Das Kältemittel liegt also in den beiden Rohrreihen 4.3, 4.4 den doppelten Weg wie in den Rohrreihen
25 4.1, 4.2 zurück, wobei die Aufteilung der Rohrreihen 4.3, 4.4 im Rohrseg-
30
35

- 10 -

mente – wie aus der zeichnerischen Darstellung ersichtlich - unterschiedlich gewählt ist.

5 **Fig. 2b** zeigt eine Weiterbildung der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform für einen Gaskühler 5, ebenfalls mit vier Rohrreihen 5.1, 5.2, 5.3, 5.4. Es werden wiederum die gleichen Buchstaben für gleiche Teile bzw. Symbole verwendet. Die erste Rohrreihe 5.1 wird parallel durchströmt, während in den kältemittelseitig folgenden Rohrreihen 5.2 bis 5.4 jeweils eine Umlenkung U im der Breite erfolgt; dabei ist die Aufteilung der Rohrreihen 5.2 bis 5.4 sym-
10 metrisch in gleiche Rohrsegmente 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b vorgenommen. Im unteren Bereich 2a, 3a, 4a ist die Strömungsgeschwindigkeit des Kältemittels niedriger als im oberen Bereich 2a, 3b, 4b – infolge der unterschiedlichen Strömungsquerschnitte. Durch diese Aufteilung von Rohrreihen in Rohrsegmente, verbunden mit einer Umlenkung in der Breite, lässt sich eine
15 weitere Leistungssteigerung für den Gaskühler erreichen (vgl. Fig. 9).

Fig. 3a und **Fig. 3b** zeigen weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung, wobei jede Rohrreihe in Rohrsegmente unterteilt ist und in jeder Rohrreihe eine Umlenkung in der Breite erfolgt.

20 **Fig. 3a** zeigt einen vierreihigen Gaskühler 6 mit Rohrreihen 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, wobei die einzelnen Rohrreihen jeweils in ungleiche Rohrsegmente 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b und 4a, 4b unterteilt sind. Die Zahl der Pfeile symbolisiert die Anzahl der Rohre pro Rohrsegment, d. h. es liegen hier Rohrsegmente mit
25 jeweils zwei und drei Rohren vor, die ständig miteinander abwechseln. Innerhalb einer Rohrreihe erfolgt eine Umlenkung in der Breite von einem dreirohrigen zu einem zweirohrigen Rohrsegment und von diesem eine Umlenkung in der Tiefe zu einem dreirohrigen und so weiter, entsprechend der Zeichnung, die hinreichend aussagefähig ist. Von Umlenkung zu Umlen-
30 kung wechselt also ständig der Strömungsquerschnitt und damit die Strömungsgeschwindigkeit des Kältemittels, wodurch sich innerhalb des Gaskühlers 6 örtlich unterschiedliche Wärmeübergangsverhältnisse ergeben.

Fig. 3b zeigt einen Gaskühler 7, der eine Abwandlung des Gaskühlers 6 darstellt, und zwar im Hinblick auf die Anordnung der Rohrsegmente pro
35

Rohrreihe. Der Unterschied gegenüber dem Gaskühler 6 besteht lediglich darin, dass die Rohrsegmente mit zwei Rohren jeweils oben und die Rohrsegmente mit drei Rohren unten liegen. Dabei erfolgt die Umlenkung V in der Tiefe jeweils von einem oben liegenden Zweirohrsegment 1b, 2b, 3b zu einem unten liegenden Dreirohrsegment 2a, 3a, 4a. Durch die Aufteilung jeder Rohrreihe in zwei Rohrsegmente lässt sich eine weitere Leistungssteigerung des Gaskühlers erreichen (vgl. Fig. 9).

Fig. 4 zeigt ein konstruktives Ausführungsbeispiel für einen vierreihigen Gaskühler 8 mit den Rohrreihen 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, welche von Luft in der Strömungsrichtung der Pfeile L durchströmt werden. Entsprechend den vorherigen Ausführungen durchströmt das Kältemittel also zunächst die Rohrreihe 8.1 und zuletzt die Rohrreihe 8.4. Jede Rohrreihe 8.1 bis 8.4 weist fluchtend zueinander angeordnete Flachrohre 9 auf, die aufgrund der systembedingten hohen Drücke vorzugsweise als extrudierte Mehrkammerflachrohre ausgebildet sind, wie aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannt. Zwischen den Flachrohren jeder Reihe 8.1 bis 8.4 sind Wellrippen 10 angeordnet, welche von der Luft überströmt werden. Zwischen den einzelnen Rohrreihen sind jeweils durchgehende Spalte s angeordnet, d. h. sowohl die Wellrippen 10 als auch die Flachrohre 9 sind thermisch entkoppelt, zwischen ihnen besteht keine direkte wärmeleitende Verbindung. Der Abstand h wird als Rippenhöhe, der Abstand b als Rohrbreite bezeichnet. Die so genannte Querteilung t_R der Flachrohre 9 beträgt $t_R = h+b$. Die Rohrteilung t_R ist für alle vier Rohrreihen gleich.

Fig. 5 zeigt ein weiteres konstruktives Ausführungsbeispiel eines vierreihigen Gaskühlers 11 mit den Rohrreihen 11.1, 11.2, 11.3, 11.4. Die Luftströmungsrichtung ist wiederum durch Pfeile L dargestellt. Zwei Reihen, nämlich die ersten beiden Rohrreihen 11.1, 11.2, und die letzten beiden Rohrreihen 11.3 und 11.4 weisen jeweils gemeinsame, durchgehende Wellrippen 12, 13 auf. Die Flachrohre 9 der Rohrreihen 11.1, 11.2 sind somit über die durchgehende Wellrippe 12 thermisch gekoppelt, ebenso liegt eine thermische Kopplung bei den Reihen 11.3 und 11.4 durch die durchgehende Wellrippe 13 vor. Zwischen beiden Doppelreihen befindet sich dagegen ein quer zur Luftströ-

- 12 -

mungsrichtung verlaufender Spalt s, der eine thermische Entkopplung bewirkt.

5 **Fig. 6** zeigt ein weiteres konstruktives Ausführungsbeispiel der Erfindung, nämlich einen vierreihigen Gaskühler 14. Die vier Rohrreihen 14.1 bis 14.4 weisen gemeinsame, durchgehende Wellrippen 15 auf, d. h. alle Rohrreihen sind thermisch miteinander gekoppelt. Bei Eintritt des heißen Kältemittels in die erste Rohrreihe 14.1 kann somit Wärme in Richtung des Temperaturge-
10 fälles über die Wellrippen 15 abströmen, d. h. entgegen der Luftströmungsrichtung L.

Fig. 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, nämlich einen vierreihigen Gaskühler 16 mit vier Rohrreihen 16.1, 16.2, 16.3, 16.4, deren Flachrohre 9, in Luftströmungsrichtung L gesehen, versetzt zueinander angeordnet sind. Die einzelnen Rohrreihen 16.1 bis 16.4 weisen daher – wie in
15 **Fig. 4** – separate Wellrippen 10 auf, d. h. die Rohrreihen sind über Spalte s thermisch entkoppelt. Durch die versetzte Anordnung ergibt sich ein verbesserter Wärmeübergang für die von der Luft angeströmte Schmalseite der Flachrohre 9.

20 **Fig. 8** zeigt ein Diagramm, bei welchem die Leistung des erfindungsgemäßen Gaskühlers mit unterschiedlichen Stirnflächen über der Anzahl der Rohrreihen aufgetragen ist, wobei eine Rohrreihe parallel durchströmt wird, also ein einziges Segment bildet. Die aufsteigenden Kurvenäste stehen für verschiedene Stirnflächen, deren Größe aus der Legende rechts oben neben dem Diagramm hervorgeht. Der Gaskühler mit der höchsten Leistung weist auch die größte Stirnfläche, nämlich $302 \times 300 \text{ mm}^2 = 9,06 \text{ dm}^2$ auf. Der unterste Kurvenast (Sternchen) weist die geringste Stirnfläche von $202 \times 200 \text{ mm}^2 = 4,04 \text{ dm}^2$ auf. Die Leistung des erfindungsgemäßen Gaskühlers steigt
25 jeweils mit der Anzahl der Rohrreihen, wobei Werte für vier- bis achtreihige Systeme ermittelt und aufgetragen sind. Als Vergleichsbasis für den erfindungsgemäßen Gaskühler wurde ein zweireihiges System mit einer Stirnfläche von 20 dm^2 und einer Tiefe von 16 mm gewählt. Für die Leistung dieses bekannten Gaskühlers nach dem Stand der Technik sind zwei horizontale
30 Geraden im Diagramm eingezeichnet, und zwar eine untere Horizontale bei
35

- 13 -

7,7 kW für den Leerlauf und eine darüber liegende Horizontale bei etwa 8,2 kW für eine Fahrzeuggeschwindigkeit von 32 km/h im 2. Gang. Aus diesem Vergleich ist ersichtlich, dass mit dem erfindungsgemäßen Gaskühler, zumindest bei den größeren Stirnflächen eine höhere Leistung gegenüber dem
5 Stand der Technik erzielbar ist.

Fig. 9 zeigt ein ähnliches Diagramm wie Fig. 8, allerdings basieren die hier dargestellten Werte auf Gaskühlern mit jeweils zwei Rohrsegmenten pro Reihe, d. h. in jeder Rohrreihe eines vier-, fünf-, sechs-, sieben- oder ach-
10 treihigen Systems ist jeweils eine Umlenkung in der Breite vorgenommen. Die Stirnflächen für die einzelnen Kurvenäste ergeben sich wiederum aus der Legende; es sind dieselben Stirnflächen wie im Diagramm gemäß Fig. 8. Der Vergleich beider Diagramme zeigt deutlich, dass bei gleicher Stirnfläche, jedoch Umlenkung in der Breite bzw. zwei Rohrsegmenten pro Reihe eine
15 höhere Gaskühlerleistung erzielbar ist, die bei höheren Stirnflächen deutlich über dem Stand der Technik liegt, der derselbe wie im Diagramm der Fig. 8 ist. Die zugrunde gelegten Stirnflächen sind im Übrigen nahezu quadratisch und liegen in einem bevorzugten Flächenbereich von 4 bis 9 dm² – mit anderen Worten: es liegen „handliche“ Abmessungen für den erfindungsgemäßen
20 Gaskühler vor.

25

5

P a t e n t a n s p r ü c h e

- 10 1. Wärmeübertrager, insbesondere für überkritischen Kältekreislauf, mit einem aus Rohren und Rippen bestehenden Block, wobei die Rippen von einem gasförmigen Medium, insbesondere Luft überströmbar und die in mehreren Reihen angeordneten Rohre insbesondere im Kreuz-
- 15 gegenstrom zum gasförmigen Medium von einem zweiten Medium, insbesondere einem Kältemittel durchströmbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens vier Rohrreihen (1.1, 1.2, 1.3, 1.4) in Strömungsrichtung L des gasförmigen Mediums hintereinander angeordnet sind.
- 20 2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens fünf Rohrreihen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5) hintereinander angeordnet sind.
- 25 3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sechs Rohrreihen (3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6) hintereinander angeordnet sind.
- 30 4. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohre als Flachrohre (9) und die Rippen als Wellrippen (10, 12, 13, 15) ausgebildet sind.
5. Wärmeübertrager nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flachrohre (9) als extrudierte Mehrkammerrohre ausgebildet sind.

- 15 -

6. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohre R einer Rohrreihe (1.1, 1.2, 1.3, 1.4) parallel durchströmbar sind.
- 5 7. Wärmeübertrager nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohrreihen (1.1 bis 1.4; 2.1 bis 2.5; 3.1 bis 3.6) hintereinander durchströmbar sind.
- 10 8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Rohrreihe (4.3, 4.4) in Rohrsegmente (3a, 3b, 4a, 4b) mit einzelnen Rohren unterteilt ist, die nacheinander durchströmbar sind.
- 15 9. Wärmeübertrager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in Rohrsegmente (3a, 3b, 4a, 4b) unterteilten Rohrreihen (4.3, 4.4) in Strömungsrichtung L des gasförmigen Mediums vor den nicht unterteilten Rohrreihen (4.1, 4.2) angeordnet sind.
- 20 10. Wärmeübertrager nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle Rohrreihen (6.1 bis 6.4; 7.1 bis 7.4) in Rohrsegmente (1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b) unterteilt sind, die hintereinander durchströmbar sind.
- 25 11. Wärmeübertrager nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohrsegmente (1a bis 4b) unterschiedliche Anzahlen von Rohren aufweisen.
- 30 12. Wärmeübertrager nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohrsegmente (1a bis 4b) etwa gleiche Anzahlen von Rohren aufweisen.
- 35 13. Wärmeübertrager nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis a/b der Anzahlen (a, b) der Rohre von zwei Rohrsegmenten (1a, 1b; 2a, 2b) einer Rohrreihe (6.1; 6.2) in einem Bereich von 0,7 bis 1,35 liegt.

- 16 -

- 5 14. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohrsegmente (1a, 1b; 2a, 2b; 3a, 3b; 4a, 4b) durch Sammelrohre verbunden und durch Trennwände in den Sammelrohren getrennt sind.
- 10 15. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass benachbarte Rohrreihen untereinander durch Umlenkorgane (V) verbunden sind.
16. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wellrippen (10) der einzelnen Rohrreihen (8.1 bis 8.4) thermisch entkoppelt sind.
- 15 17. Wärmeübertrager nach Anspruch 4 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeweils zwei Rohrreihen (11.1, 11.2; 11.3, 11.4) gemeinsame, durchgehende Wellrippen (12, 13) aufweisen.
- 20 18. Wärmeübertrager nach Anspruch 4 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle Rohrreihen (14.1 bis 14.4) gemeinsame, durchgehende Wellrippen (15) aufweisen.
- 25 19. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flachrohre (9) verschiedener Rohrreihen (11.1 bis 11.4) fluchtend zueinander angeordnet sind.
- 30 20. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flachrohre (9) unterschiedlicher Rohrreihen (16.1 bis 16.4) versetzt gegeneinander angeordnet sind.
21. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querteilung t_R der Flachrohre (9) in allen Rohrreihen (16.1 bis 16.4) gleich ist.

- 17 -

22. Wärmeübertrager nach Anspruch 4 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querteilung t_R benachbarter Rohrreihen verschieden ist.
- 5 23. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Block eine berippte Stirnfläche mit einer Höhe H und einer Breite B aufweist und dass das Verhältnis von B/H im Bereich von 0,8 bis 1,2 liegt.
- 10 24. Wärmeübertrager nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stirnfläche etwa quadratisch ausgebildet ist.
- 15 25. Wärmeübertrager nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stirnfläche eine Fläche A in einem Bereich von 4 dm² bis 16 dm² aufweist.
- 20 26. Verwendung des Wärmeübertragers nach einem der vorhergehenden Ansprüche als Gaskühler in einem überkritischen Kältekreislauf einer vorzugsweise mit R744 (CO₂) betriebenen Klimaanlage in Kraftfahrzeugen.

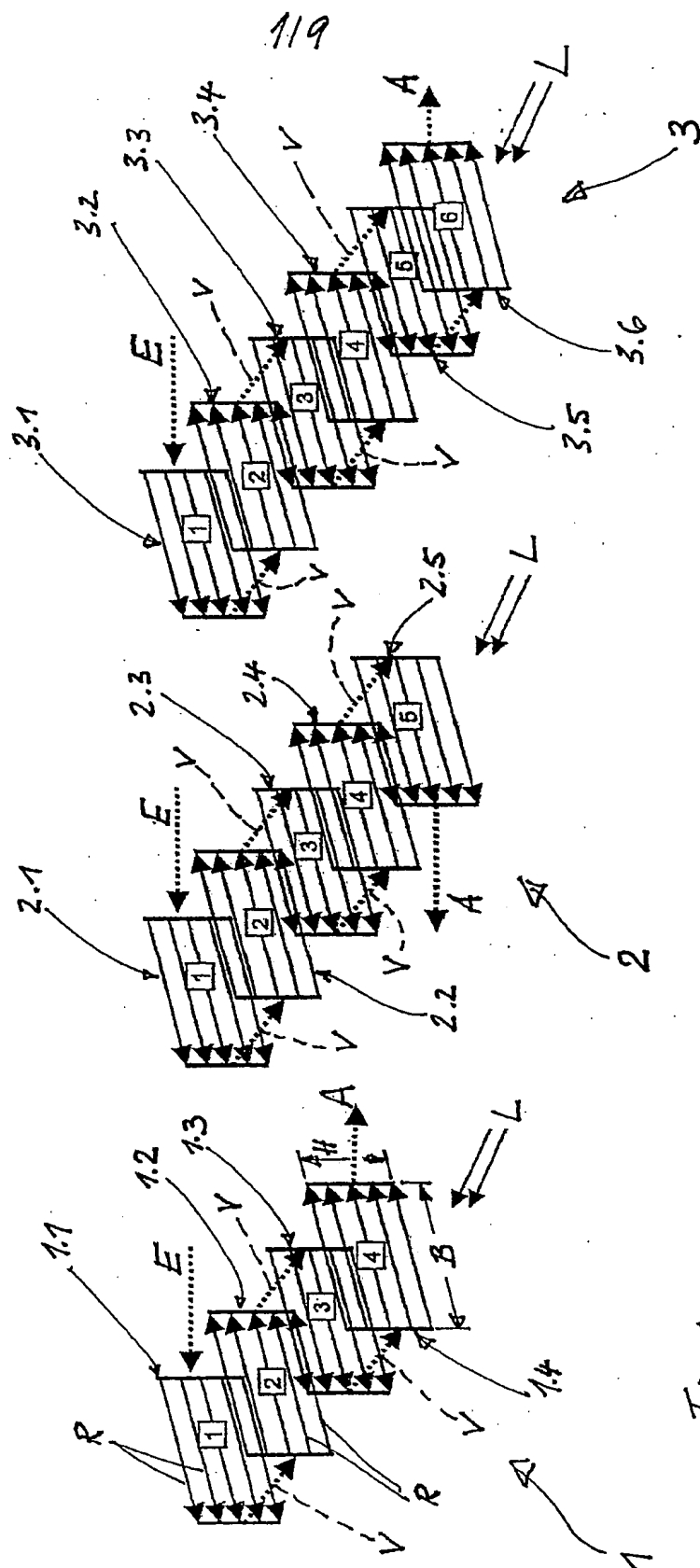


Fig. 1a

Fig. 1b

Fig. 1c

219

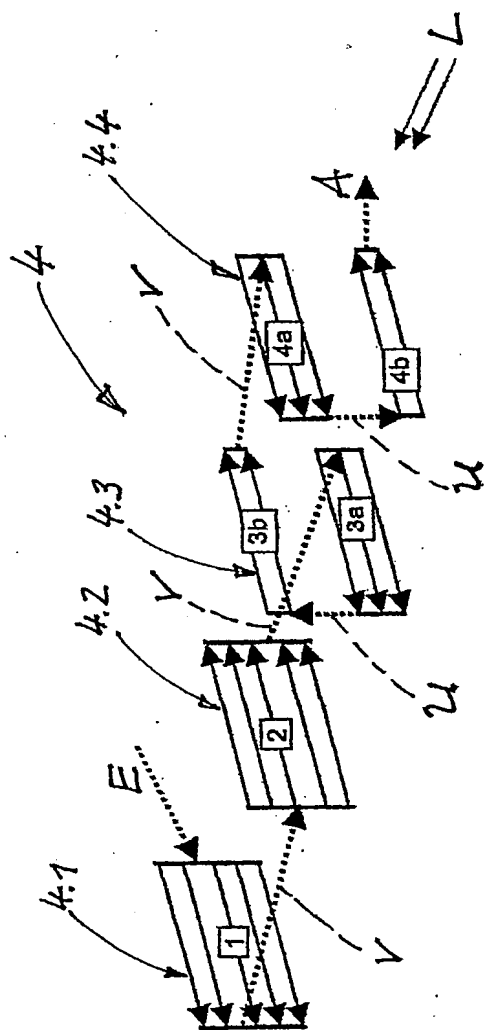


Fig. 2a

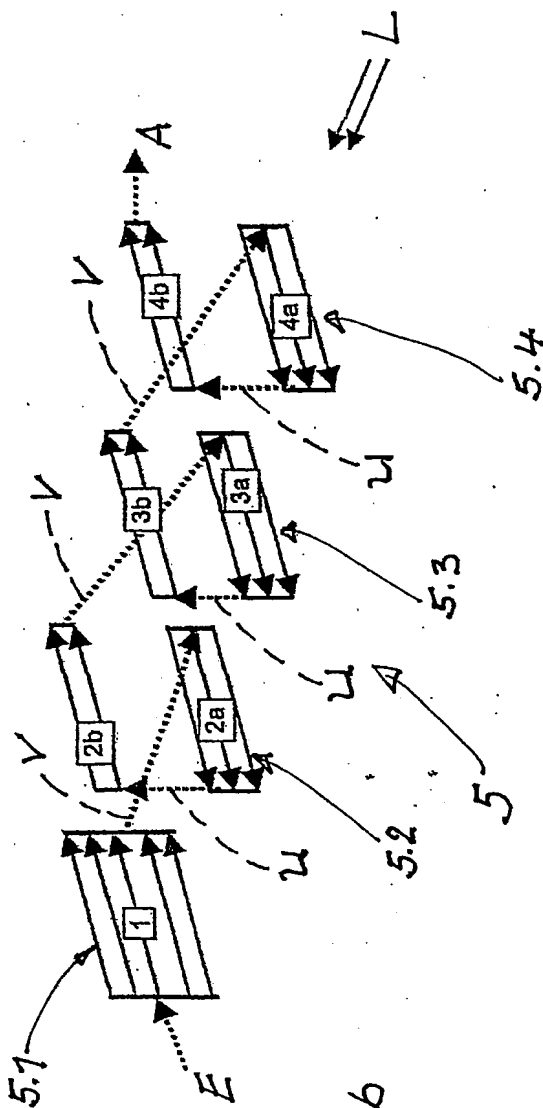


Fig. 2b

319

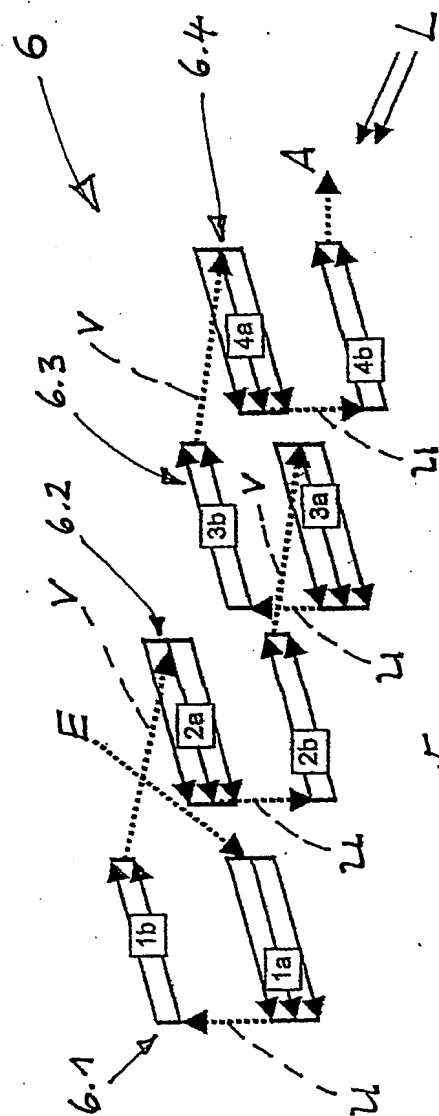


Fig. 3a

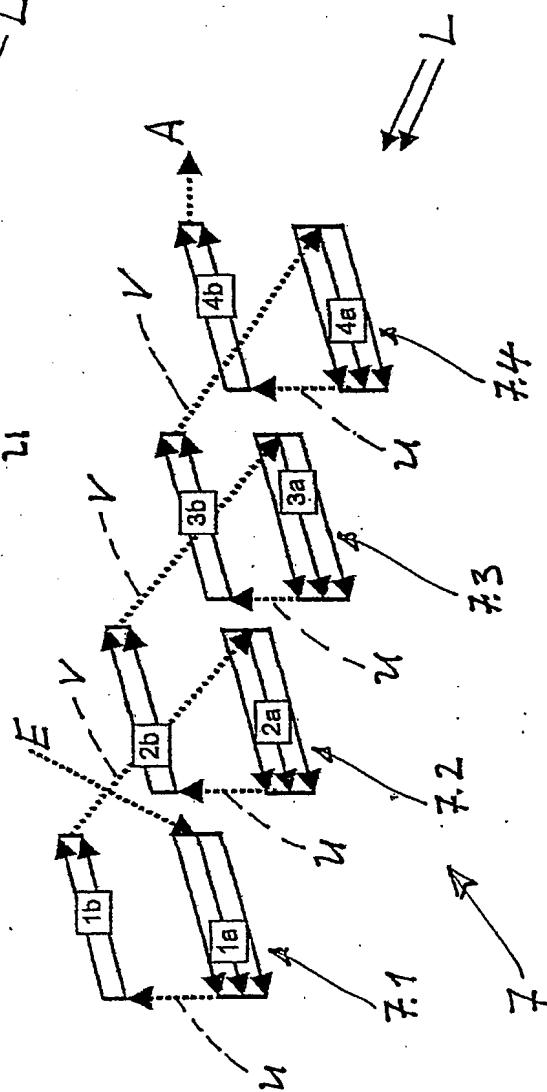


Fig. 36

419

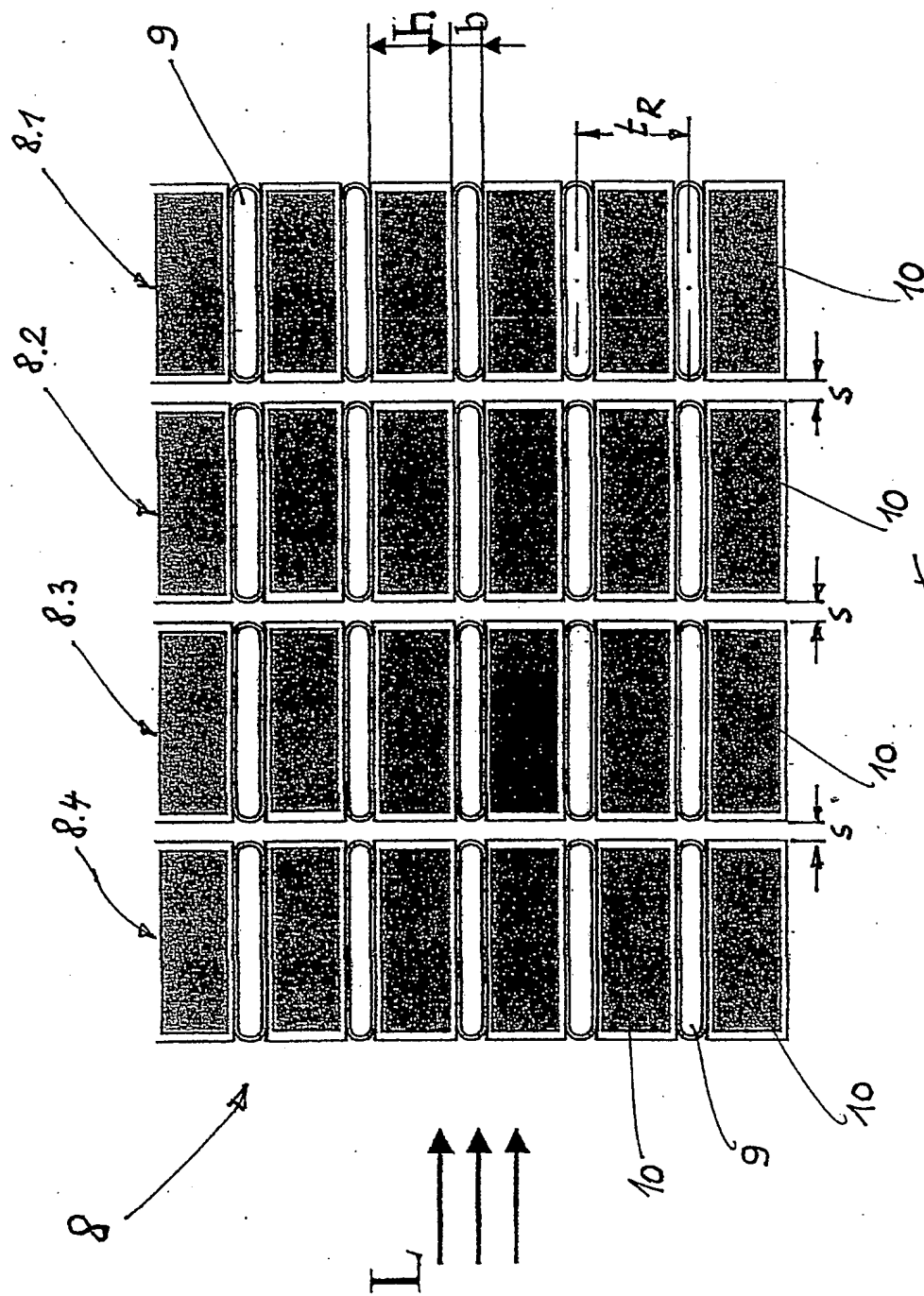
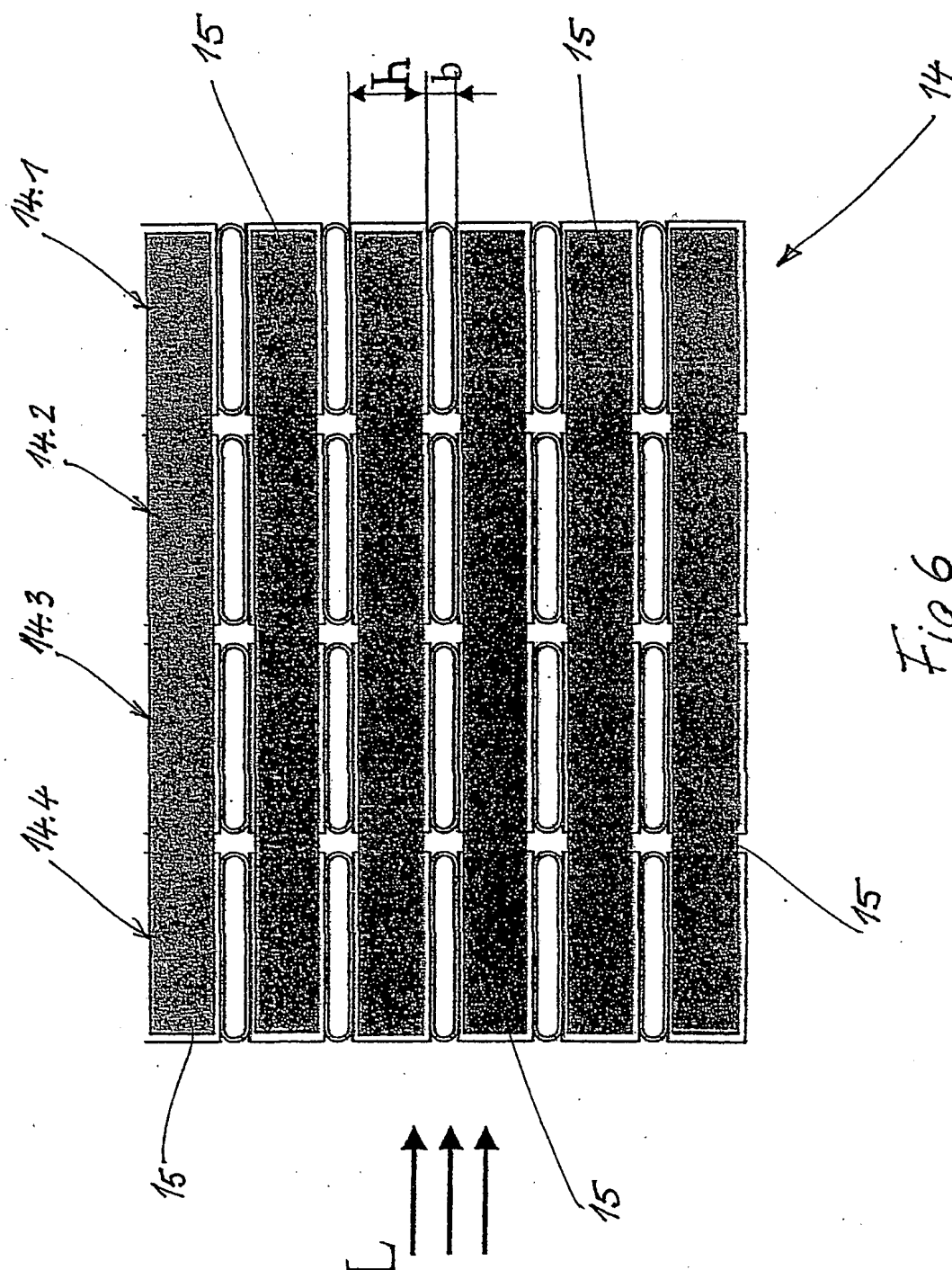


Fig. 4

6/9



719

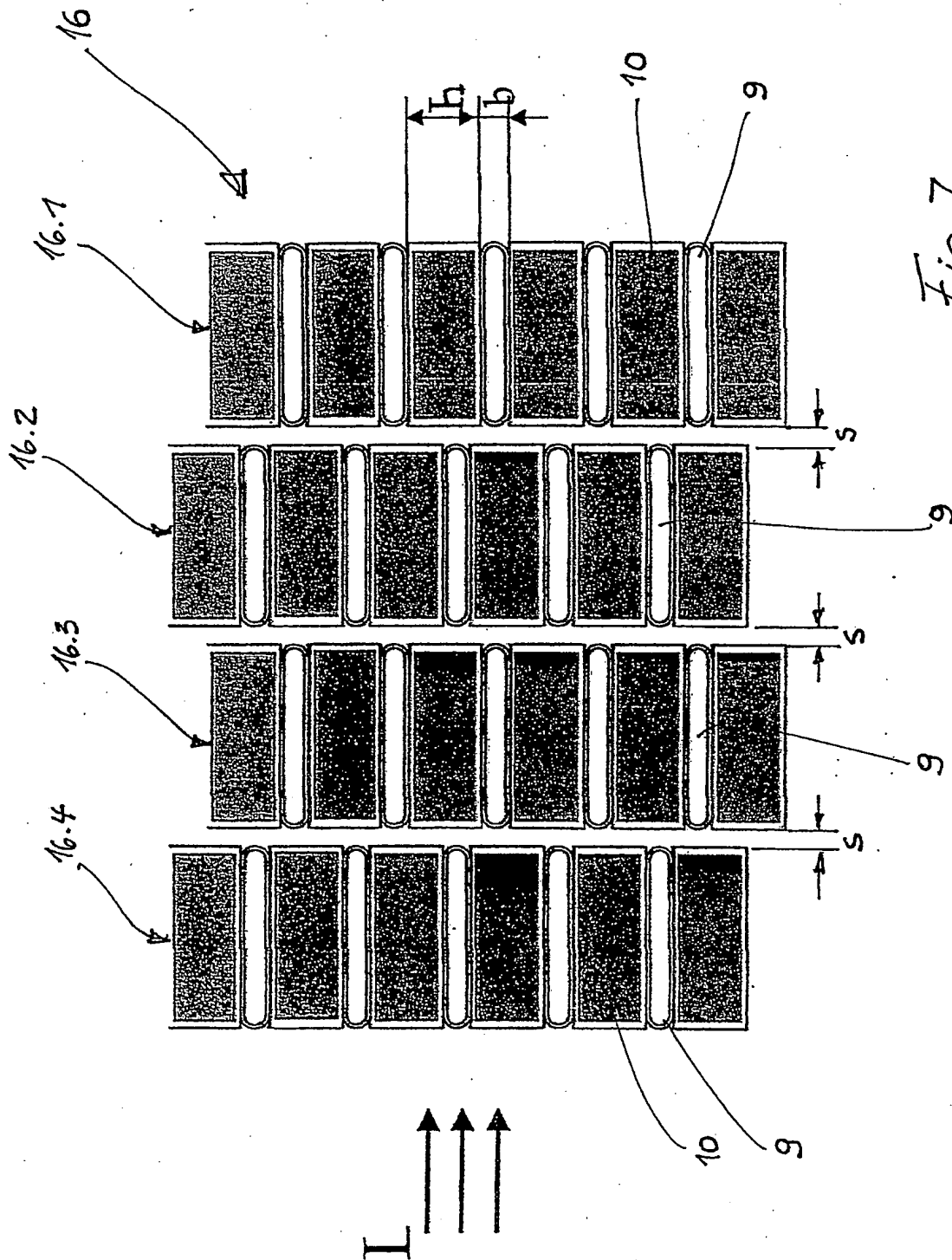


Fig. 7

8/9

Je 1 Segment pro Reihe:
 ▽ B x H = 302 x 300 mm²
 ○ B x H = 283 x 280 mm²
 △ B x H = 262 x 250 mm²
 ◇ B x H = 234 x 230 mm²
 ☆ B x H = 202 x 200 mm²

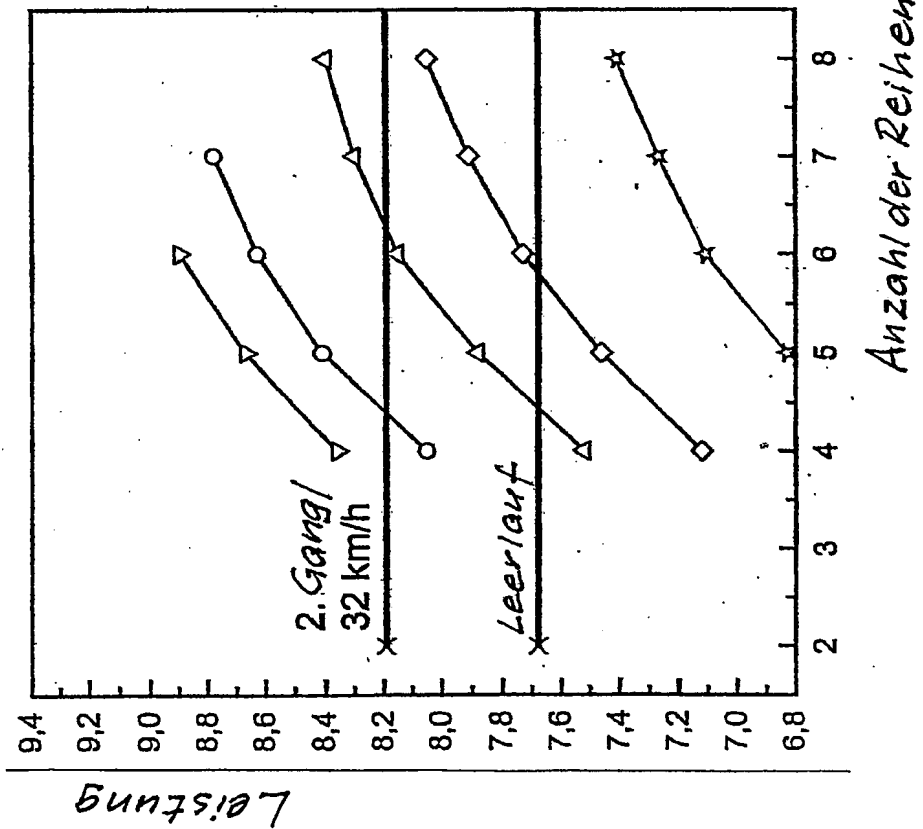


Fig. 8

919

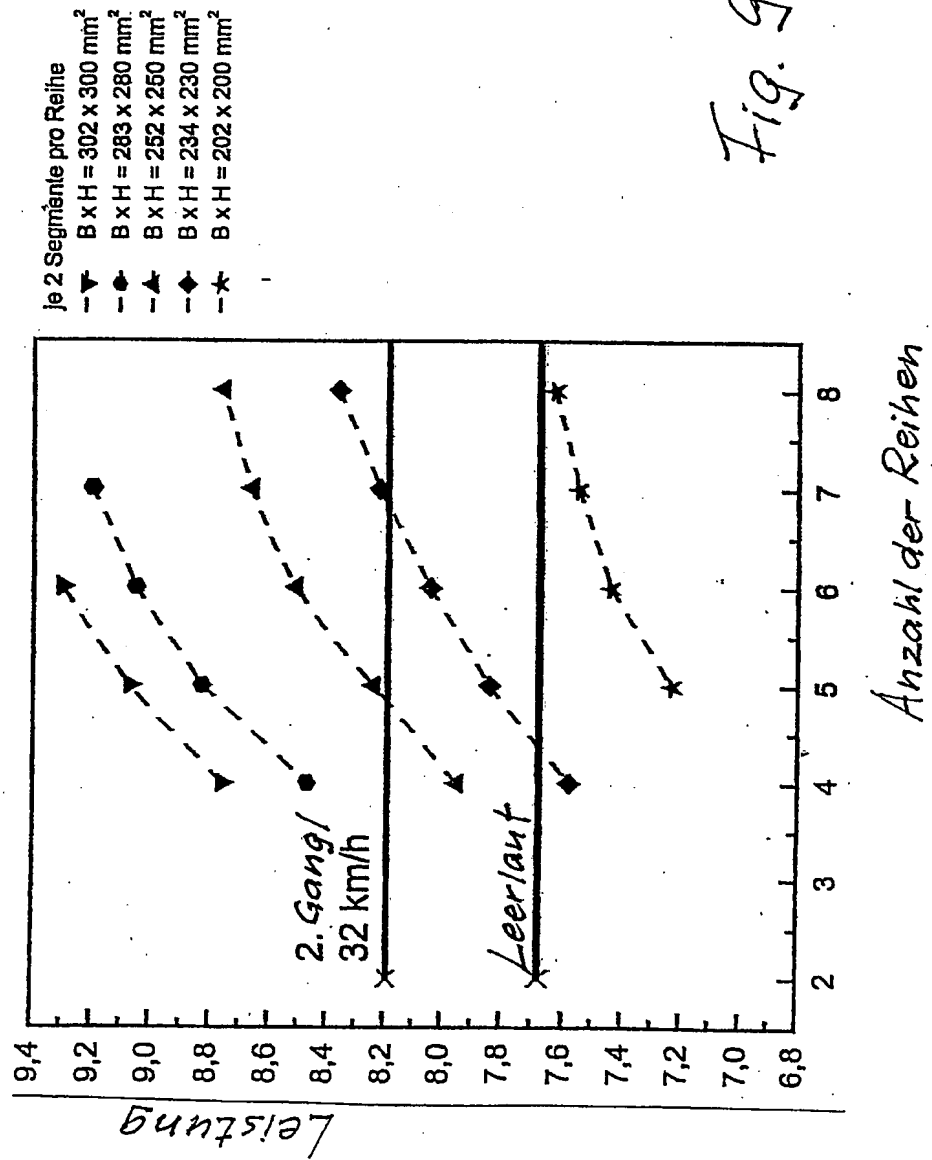


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/013830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F28D1/053 F28F9/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F28D F28F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/221819 A1 (JANG KIL SANG) 4 December 2003 (2003-12-04) paragraph '0003! paragraph '0007! - paragraph '0008! paragraph '0026! - paragraph '0032!; figure 1 paragraph '0045! - paragraph '0049!; figures 5,6	1,4-7, 19,21
Y	----- -/--	8,9,14, 16,20, 22,26
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the International filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*&* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center;">14 April 2005</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center;">22/04/2005</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center;">Van Dooren, M</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/013830

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 298 401 A (HALLA CLIMATE CONTROL CORPORATION) 2 April 2003 (2003-04-02) paragraph '0001! - paragraph '0009! paragraph '0057! - paragraph '0058!; figure 2 paragraph '0089! - paragraph '0093!; figures 16,17 paragraph '0096! - paragraph '0097!; figures 18A,18B figure 21A	8,9,14, 16,20, 22,26
A		1,4-7, 19,21
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 14, 5 March 2001 (2001-03-05) -& JP 2000 304380 A (AISIN SEIKI CO LTD), 2 November 2000 (2000-11-02) abstract; figures	1,15
A		26
X	PETTERSEN J ET AL: "Development of compact heat exchangers for CO2 air-conditioning systems" INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, OXFORD, GB, vol. 21, no. 3, May 1998 (1998-05), pages 180-193, XP004287241 ISSN: 0140-7007 cited in the application abstract page 187, left-hand column, line 9 - right-hand column, line 8; figure 7; table 7	1-3, 23-25
X	FR 2 793 015 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR) 3 November 2000 (2000-11-03) abstract page 1, line 31 - line 35 page 4, line 11 - page 6, line 30	1,2,6,7, 17,18 26
A		
X	EP 0 414 433 A (SHOWA ALUMINUM KABUSHIKI KAISHA) 27 February 1991 (1991-02-27) column 1, line 7 - line 12 column 3, line 54 - column 7, line 31; figures 1-9 column 9, line 49 - column 10, line 24; figures 14,15 column 10, line 29 - line 41; figures 16,17 column 10, line 46 - column 11, line 5; figures 18,19 column 11, line 18 - line 45; figure 20	1,4-6,8, 10-16, 19,21
	----- -/-- -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/013830

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 401 752 A (THERMAL-WERKE WAERME-, KAELTE-, KLIMATECHNIK GMBH) 12 December 1990 (1990-12-12) abstract column 6, line 43 - column 9, line 22; figures 1,3a-4b,14,15 -----	1,15
X	EP 0 608 439 A (MODINE MANUFACTURING COMPANY) 3 August 1994 (1994-08-03) column 1, line 3 - line 5 column 4, line 14 - column 7, line 13; figures 1-6 -----	1-6, 15-19,21
A	US 2003/102113 A1 (MEMORY STEPHEN ET AL) 5 June 2003 (2003-06-05) paragraph '0001! paragraph '0004! paragraph '0023! - paragraph '0024! paragraph '0027! paragraph '0036! - paragraph '0037! figures -----	1-8,10, 15-19, 21,26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members:

International Application No

PCT/EP2004/013830

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003221819	A1	04-12-2003	KR 2003092317 A	06-12-2003
EP 1298401	A	02-04-2003	KR 2003027609 A	07-04-2003
			KR 2003027610 A	07-04-2003
			KR 2003027611 A	07-04-2003
			KR 2003035513 A	09-05-2003
			CN 1410738 A	16-04-2003
			EP 1298401 A2	02-04-2003
			JP 2003121092 A	23-04-2003
			US 2003066633 A1	10-04-2003
JP 2000304380	A	02-11-2000	NONE	
FR 2793015	A	03-11-2000	FR 2793015 A1	03-11-2000
EP 0414433	A	27-02-1991	JP 3030036 B2	10-04-2000
			JP 3084395 A	09-04-1991
			AT 123138 T	15-06-1995
			AT 155233 T	15-07-1997
			AU 637807 B2	10-06-1993
			AU 6122990 A	28-02-1991
			CA 2023499 A1	24-02-1991
			DE 69019633 D1	29-06-1995
			DE 69019633 T2	30-11-1995
			DE 69031047 D1	14-08-1997
			DE 69031047 T2	05-02-1998
			EP 0414433 A2	27-02-1991
			EP 0643278 A2	15-03-1995
			US 6021846 A	08-02-2000
			US 5529116 A	25-06-1996
			US 5743328 A	28-04-1998
EP 0401752	A	12-12-1990	DE 3918455 A1	20-12-1990
			DE 3938842 A1	29-05-1991
			DE 59003758 D1	20-01-1994
			EP 0401752 A2	12-12-1990
			ES 2047200 T3	16-02-1994
			US 5076353 A	31-12-1991
EP 0608439	A	03-08-1994	US 4829780 A	16-05-1989
			AT 76684 T	15-06-1992
			EP 0608439 A1	03-08-1994
			AT 158648 T	15-10-1997
			AU 2566888 A	03-08-1989
			BR 8900191 A	12-09-1989
			CA 1340218 C	15-12-1998
			DE 3856032 D1	30-10-1997
			DE 3856032 T2	26-03-1998
			DE 3871515 D1	02-07-1992
			EP 0325844 A1	02-08-1989
			ES 2032978 T3	01-03-1993
			ES 2108029 T3	16-12-1997
			JP 2017387 A	22-01-1990
			JP 2733593 B2	30-03-1998
			KR 132297 B1	20-04-1998
			MX 166318 B	29-12-1992
			US RE37040 E1	06-02-2001

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/013830

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003102113 A1	05-06-2003	AU 2002365762 A1	17-06-2003
		BR 0214479 A	14-09-2004
		CA 2467137 A1	12-06-2003
		EP 1448945 A1	25-08-2004
		WO 03048670 A1	12-06-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013830

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F28D1/053 F28F9/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F28D F28F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/221819 A1 (JANG KIL SANG) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) Absatz '0003! Absatz '0007! - Absatz '0008! Absatz '0026! - Absatz '0032!; Abbildung 1 Absatz '0045! - Absatz '0049!; Abbildungen 5,6	1,4-7, 19,21
Y		8,9,14, 16,20, 22,26



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Dooren, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 298 401 A (HALLA CLIMATE CONTROL CORPORATION) 2. April 2003 (2003-04-02) Absatz '0001! - Absatz '0009! Absatz '0057! - Absatz '0058!; Abbildung 2 Absatz '0089! - Absatz '0093!; Abbildungen 16,17 Absatz '0096! - Absatz '0097!; Abbildungen 18A,18B Abbildung 21A	8,9,14, 16,20, 22,26
A	-----	1,4-7, 19,21
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 14, 5. März 2001 (2001-03-05) -& JP 2000 304380 A (AISIN SEIKI CO LTD), 2. November 2000 (2000-11-02)	1,15
A	Zusammenfassung; Abbildungen	26
X	PETTERSEN J ET AL: "Development of compact heat exchangers for CO2 air-conditioning systems" INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, OXFORD, GB, Bd. 21, Nr. 3, Mai 1998 (1998-05), Seiten 180-193, XP004287241 ISSN: 0140-7007 in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 187, linke Spalte, Zeile 9 - rechte Spalte, Zeile 8; Abbildung 7; Tabelle 7	1-3, 23-25
X	FR 2 793 015 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR) 3. November 2000 (2000-11-03)	1,2,6,7, 17,18
A	Zusammenfassung Seite 1, Zeile 31 - Zeile 35 Seite 4, Zeile 11 - Seite 6, Zeile 30	26
X	EP 0 414 433 A (SHOWA ALUMINUM KABUSHIKI KAISHA) 27. Februar 1991 (1991-02-27) Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 12 Spalte 3, Zeile 54 - Spalte 7, Zeile 31; Abbildungen 1-9 Spalte 9, Zeile 49 - Spalte 10, Zeile 24; Abbildungen 14,15 Spalte 10, Zeile 29 - Zeile 41; Abbildungen 16,17 Spalte 10, Zeile 46 - Spalte 11, Zeile 5; Abbildungen 18,19 Spalte 11, Zeile 18 - Zeile 45; Abbildung 20 ----- -/--	1,4-6,8, 10-16, 19,21

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 401 752 A (THERMAL-WERKE WAERME-, KAELTE-, KLIMATECHNIK GMBH) 12. Dezember 1990 (1990-12-12) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 43 - Spalte 9, Zeile 22; Abbildungen 1,3a-4b,14,15	1,15
X	EP 0 608 439 A (MODINE MANUFACTURING COMPANY) 3. August 1994 (1994-08-03) Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 5 Spalte 4, Zeile 14 - Spalte 7, Zeile 13; Abbildungen 1-6	1-6, 15-19,21
A	US 2003/102113 A1 (MEMORY STEPHEN ET AL) 5. Juni 2003 (2003-06-05) Absatz '0001! Absatz '0004! Absatz '0023! - Absatz '0024! Absatz '0027! Absatz '0036! - Absatz '0037! Abbildungen	1-8,10, 15-19, 21,26

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013830

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003221819 A1	04-12-2003	KR 2003092317 A	06-12-2003
EP 1298401 A	02-04-2003	KR 2003027609 A	07-04-2003
		KR 2003027610 A	07-04-2003
		KR 2003027611 A	07-04-2003
		KR 2003035513 A	09-05-2003
		CN 1410738 A	16-04-2003
		EP 1298401 A2	02-04-2003
		JP 2003121092 A	23-04-2003
		US 2003066633 A1	10-04-2003
JP 2000304380 A	02-11-2000	KEINE	
FR 2793015 A	03-11-2000	FR 2793015 A1	03-11-2000
EP 0414433 A	27-02-1991	JP 3030036 B2	10-04-2000
		JP 3084395 A	09-04-1991
		AT 123138 T	15-06-1995
		AT 155233 T	15-07-1997
		AU 637807 B2	10-06-1993
		AU 6122990 A	28-02-1991
		CA 2023499 A1	24-02-1991
		DE 69019633 D1	29-06-1995
		DE 69019633 T2	30-11-1995
		DE 69031047 D1	14-08-1997
		DE 69031047 T2	05-02-1998
		EP 0414433 A2	27-02-1991
		EP 0643278 A2	15-03-1995
		US 6021846 A	08-02-2000
		US 5529116 A	25-06-1996
		US 5743328 A	28-04-1998
EP 0401752 A	12-12-1990	DE 3918455 A1	20-12-1990
		DE 3938842 A1	29-05-1991
		DE 59003758 D1	20-01-1994
		EP 0401752 A2	12-12-1990
		ES 2047200 T3	16-02-1994
		US 5076353 A	31-12-1991
EP 0608439 A	03-08-1994	US 4829780 A	16-05-1989
		AT 76684 T	15-06-1992
		EP 0608439 A1	03-08-1994
		AT 158648 T	15-10-1997
		AU 2566888 A	03-08-1989
		BR 8900191 A	12-09-1989
		CA 1340218 C	15-12-1998
		DE 3856032 D1	30-10-1997
		DE 3856032 T2	26-03-1998
		DE 3871515 D1	02-07-1992
		EP 0325844 A1	02-08-1989
		ES 2032978 T3	01-03-1993
		ES 2108029 T3	16-12-1997
		JP 2017387 A	22-01-1990
		JP 2733593 B2	30-03-1998
		KR 132297 B1	20-04-1998
		MX 166318 B	29-12-1992
		US RE37040 E1	06-02-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen *

PCT/EP2004/013830

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003102113 A1	05-06-2003	AU 2002365762 A1	17-06-2003
		BR 0214479 A	14-09-2004
		CA 2467137 A1	12-06-2003
		EP 1448945 A1	25-08-2004
		WO 03048670 A1	12-06-2003